

Choice of the Optimal Power of Distributed Lighting System Unit

Olegs Tetervenoks (Riga Technical University)

Keywords – Distributed power, efficiency, lighting.

I. INTRODUCTION

This paper considers several aspects of the efficiency of lighting systems based on LEDs. The main idea is to deliver necessary illumination defined by standard to the task area and surrounding areas keeping input electrical power as less as possible.

First of all illumination distribution calculations should be done. Rare articles related with the LED light distribution calculations [3] have focused on the modeling of single LED illumination distribution or calculations of scenes with defined light fixtures in Dialux program. In this paper light distribution model is aimed at finding minimum acceptable parameters of uniformity.

Also one of the most serious challenges is the choice of optimal input electrical power of single LED (unit). Better efficiency can be achieved by reducing input electrical power of LED. At the same time, the initial costs of system increases by the need to use more LEDs.

II. CALCULATIONS OF LIGHT DISTRIBUTION

A. Standard Requirements

EN 12464-1:2002 standard is used as the reference for calculations in this paper.

B. Numerical Calculations of Light Distribution

Input electrical power of LED has not direct influence on its light distribution. However LEDs can be placed at different distances and mounting heights. Maximal allowable distance between LEDs depending on mounting height can be calculated to meet standard requirements (Fig. 5).

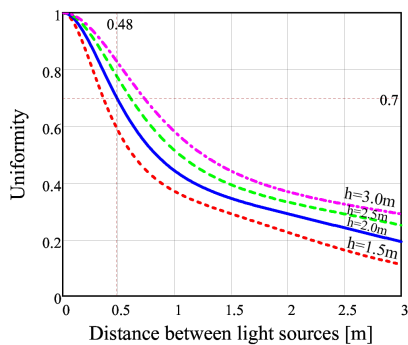


Fig. 5. Dependency of uniformity of 9 bare W724C0 LEDs from distance between LEDs and mounting height (distance between projections of lateral light sources and task area border is equal to half of distance between light sources).

V. ASSESSMENT OF RELATIVE COSTS

Evaluation of relative costs is the best way to find optimal input electrical power. Relative costs [€/klm·h] of lighting system can be found from the expression:

$$Costs = \frac{Price_{unit} \cdot n + Life \cdot P_{total} \cdot Price_{electricity}}{n \cdot Light_{total} \cdot Life}, \quad (13)$$

where

$Price_{unit}$ – is the price of single LED [€];

n – is the number of LEDs utilized in lighting system;

$Life$ – is the life time of LED [h];

P_{total} – is the total input electrical power of n LEDs [kW];

$Price_{electricity}$ – is the price of electricity [€/kWh];

$Light_{total}$ – is the total amount of produced light [klm].

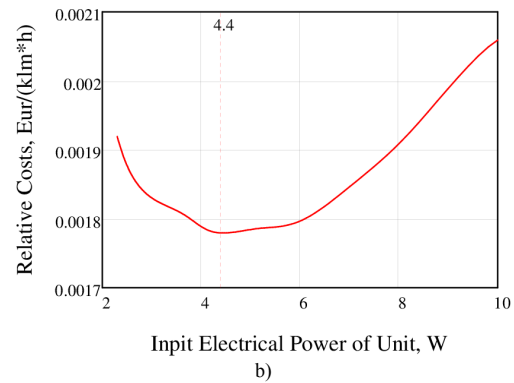
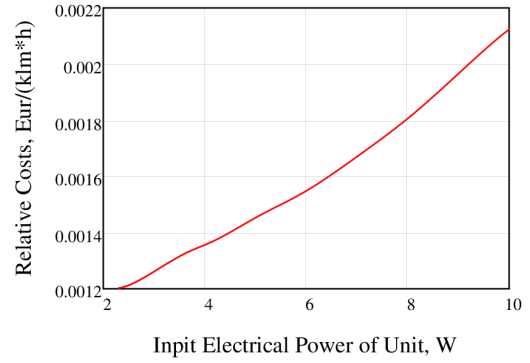


Fig. 10. Relative costs vs. input electrical power of single LED for Seoul Semiconductor W724C0 (9x9m task area): a) without taking into account reliability of power supply; b) power supply life time – 30000 hours.

VI. CONCLUSIONS

Parameters such as light source mounting height, distance between light sources and spatial distribution of luminous intensity affect uniformity. They have not direct influence on input electrical power of LED.

The results obtained in this article (Fig. 10) show that the best way to evaluate optimal input electrical power of LED is the assessment of relative costs. Also they show that the major parameter in these calculations is power supply reliability.

REFERENCES

- [3] Chulsung Park; Lahiri, K.; Raghunathan, A.; "Battery discharge characteristics of wireless sensor nodes: an experimental analysis," Sensor and Ad Hoc Communications and Networks, 2005. IEEE SECON 2005. 2005 Second Annual IEEE Communications Society Conference on , vol., no., pp. 430- 440, 26-29 Sept., 2005
- [5] European Committee for Standardization, "Light and Lighting – Light of Work Places – Part 1: Indoor Work Places," European Committee for Standardization, CEN EN 12464-1:2002.

Optimālās jaudas izvēle sadalītas apgaismojuma sistēmas vienībai

Olegs Tetervenoks (Riga Technical University)

Atslēgvārdi (angl.) – Distributed power, efficiency, lighting.

I. IEVADS

Šajā rakstā ir apskatīts LED apgaismojuma sistēmas lietderības novērtējums. Pamatideja ir standartos definētā nepieciešamā apgaismojuma nodrošinājums, minimāli patērējot elektroenerģiju.

Pirmkārt ir jāveic apgaismojuma sadalījuma aprēķinus. Daži raksti, kas apraksta LED apgaismojuma sadalījuma aprēķinus [3], ir fokusēti uz viena LED apgaismojuma sadalījuma modelēšanu vai definētas apgaismojuma ainas aprēķinu Dialux programmā. Šajā rakstā modeļa mērķis ir apgaismojuma vienmērības minimāli pieļaujamo parametru meklēšana.

Optimālās jaudas izvēle apgaismojuma sistēmas vienībai (vienai gaismas diodei) arī ir ļoti nopietns izaicinājums. Samazinot LED ieejas jaudu, var panākt labāku lietderību, tomēr tādā gadījumā ir nepieciešams lielāks LED skaits, kas rada lielākas sākotnējās izmaksas.

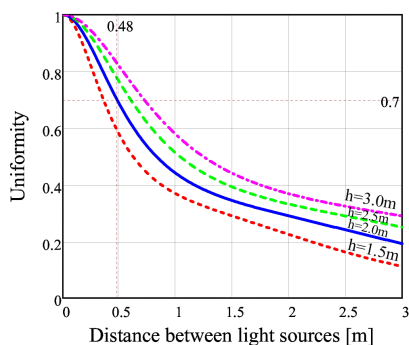
II. APGAISMOJUMA SADALĪJUMA APRĒĶINS

A. Standarta prasības

EN 12464-1:2002 standarts ir izmantots šī raksta aprēķinos kā atskaites punkts.

B. Gaismas sadalījuma skaitliskie aprēķini

LED ieejas jauda tiešā veidā neietekmē apgaismojuma sadalījumu. Tomēr gaismas diodes var izvietot dažādos attālumos un samontēt dažādos augstumos. Var aprēķināt maksimāli pieļaujamo attālumu starp diodēm atkarībā no montēšanas augstuma, lai nodrošinātu standarta prasības (5. att.).



5. att. Apgaismojuma vienmērības atkarība no montēšanas augstuma un attāluma starp 9 W724C0 gaismas diodēm bez sekundārās optikas (attālums starp malējo gaismas avotu projekcijām un apgaismojuma apgabala robežu ir vienāds ar pusi no montēšanas augstuma).

V. RELATĪVO IZMAKSU NOVĒRTĒŠANA

Relatīvo izmaksu novērtēšana ir labākais veids, kā atrast optimālo LED vienības ieejas jaudu. Relatīvās izmaksas [€/((klm·h))] var novērtēt pēc izteiksmes:

$$Costs = \frac{Price_{unit} \cdot n + Life \cdot P_{total} \cdot Price_{electricity}}{n \cdot Light_{total} \cdot Life}, \quad (13)$$

kur

$Price_{unit}$ – ir vienas gaismas diodes cena [€];

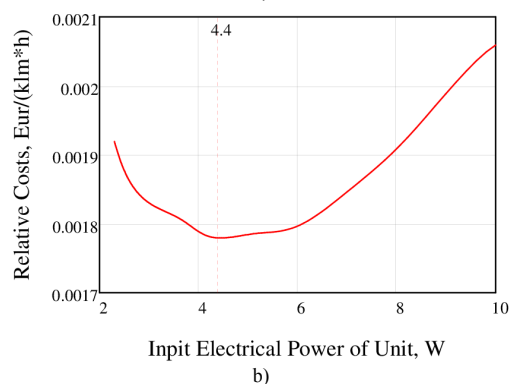
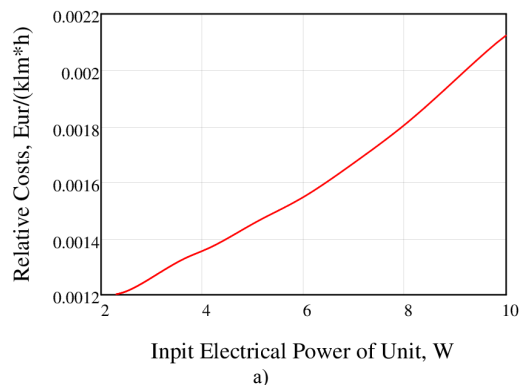
n – ir kopējais gaismas diodžu skaits;

$Life$ – ir LED kalpošanas laiks [h];

P_{total} – ir n gaismas diodžu kopējā ieejas jauda [kW];

$Price_{electricity}$ – ir elektroenerģijas cena [€/kWh];

$Light_{total}$ – sistēmas kopējā gaismas plūsma [klm].



10. att. Relatīvo izmaksu atkarība no gaismas diodes ieejas jaudas vienai Seoul Semiconductor W724C0 diodei (9x9m apgaismojama platība): a) neņemot vērā barošanas avota kalpošanas laiku; b) barošanas bloka kalpošanas laiks – 30 000 stundas.

VI. SECINĀJUMI

Tādi parametri kā montēšanas augstums un attālums starp gaismas avotiem, kā arī diodžu gaismas sadalījums telpā ietekmē apgaismojuma sadalījuma vienmērību. Šiem parametriem nav tiešas ietekmes uz LED ieejas jaudu.

Iegūtie rezultāti parāda, ka labākais paņēmieni optimālās ieejas jaudas noteikšanai LED apgaismojuma sistēmas vienībai ir relatīvo izmaksu novērtēšana. Tāpat no rezultātiem (10. att.) var secināt, ka barošanas avota kalpošanas laikam ir kritiska nozīme šajos aprēķinos.

LITERATŪRA

- [3] Chulsung Park; Lahiri, K.; Raghunathan, A.; , "Battery discharge characteristics of wireless sensor nodes: an experimental analysis," Sensor and Ad Hoc Communications and Networks, 2005. IEEE SECON 2005. 2005 Second Annual IEEE Communications Society Conference on , vol., no., pp. 430- 440, 26-29 Sept., 2005
- [5] European Committee for Standardization, "Light and Lighting – Light of Work Places – Part 1: Indoor Work Places," European Committee for Standardization, CEN EN 12464-1:2002.

Выбор оптимальной мощности для единицы системы распределенного освещения

Olegs Tetervenoks (Riga Technical University)

Ключевые слова (англ.) – Distributed power, efficiency, lighting.

I. ВВЕДЕНИЕ

В данной статье рассмотрено несколько аспектов оценки эффективности систем освещения на основе светодиодов. Главной идеей является обеспечение наименьшего потребления энергии при соблюдении требований стандарта.

Во-первых, необходимо произвести расчеты распределения освещенности. Редкие публикации, которые рассматривают распределение освещенности [3], сфокусированы на моделировании распределения освещенности одного светодиода, либо на расчете определенной цены освещения в Dialux. Цель модели данной статьи является нахождение минимальных допустимых параметров распределения освещенности.

II. РАСЧЕТЫ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ОСВЕЩЕННОСТИ

A. Требования стандарта

Основой для расчетов в данной статье является стандарт EN 12464-1:2002.

B. Численные расчеты распределения освещенности

Входная мощность светодиода напрямую не влияет на распределение освещенности. Однако светодиоды можно разместить на разной высоте и разных расстояниях друг от друга. Можно рассчитать максимально допустимое расстояние (Рис. 5.), при котором требования стандарта выполняются.

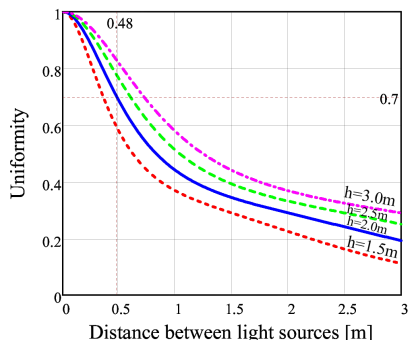


Рис. 5. Зависимость равномерности освещения от высоты установки и расстояния между 9 W724C0 светодиодами без вторичной оптики (расстояние между проекциями боковых диодов и границей освещаемой зоны равна половине высоты установки).

V. ОЦЕНКА ОТНОСИТЕЛЬНЫХ ЗАТРАТ

Оценка относительных затрат является лучшим способом определения оптимальной входной мощности светодиода. Относительные затраты [€/ (klm·h)] можно оценить с помощью выражения:

$$Costs = \frac{Price_{unit} \cdot n + Life \cdot P_{total} \cdot Price_{electricity}}{n \cdot Light_{total} \cdot Life}, \quad (13)$$

где

$Price_{unit}$ – цена одного светодиода [€];

n – общее количество светодиодов;

$Life$ – срок службы светодиода [ч];

P_{total} – общая входная мощность всех светодиодов [W];

$Price_{electricity}$ – цена за электроэнергию [€/kWh];

$Light_{total}$ – общий световой поток системы [klm].

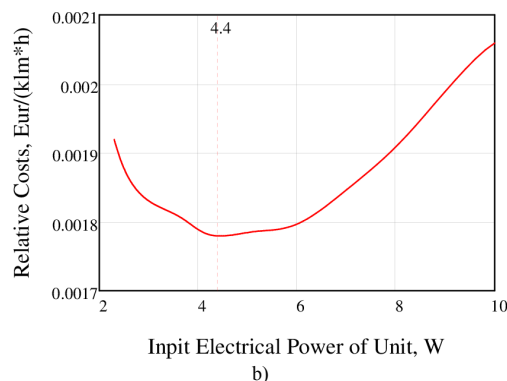
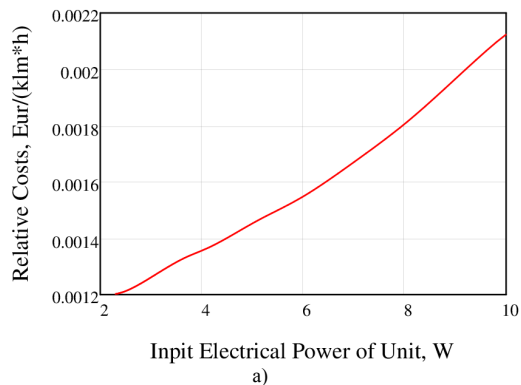


Рис. 10. Зависимость относительных затрат от входной мощности одного Seoul Semiconductor W724C0 светодиода (освещаемая площадь – 9x9м): а) не учитывая срок службы блока питания; б) срок службы блока питания - 30000 ч.

VI. ВЫВОДЫ

Такие параметры, как высота установки и расстояние между источниками света, а также распределение света в пространстве, влияют на равномерность освещения. Эти параметры не имеют прямого влияния на входную мощность светодиода.

Полученные результаты показывают, что наилучшим подходом по определению оптимальной мощности единицы системы освещения является оценка относительных затрат. Также из результатов (Рис. 10.) видно, что срок службы источника питания серьезно влияет на данные расчеты.

ЛИТЕРАТУРА

- [3] Chulsung Park; Lahiri, K.; Raghunathan, A.; "Battery discharge characteristics of wireless sensor nodes: an experimental analysis," Sensor and Ad Hoc Communications and Networks, 2005. IEEE SECON 2005. 2005 Second Annual IEEE Communications Society Conference on , vol., no., pp. 430- 440, 26-29 Sept., 2005
- [5] European Committee for Standardization, "Light and Lighting – Light of Work Places – Part 1: Indoor Work Places," European Committee for Standardization, CEN EN 12464-1:2002.